

Bundesamt für Strahlenschutz (BfS)

Hintergrundinformation zur KiKK-Studie

Warum eine neue Studie?

Seit die Nutzung der Kernenergie als problematisch gesehen wird, gibt es Diskussionen um erhöhte Krebsraten in der Umgebung von Atomkraftwerken. 1987 und 1989 berichteten beispielsweise britische Studien von einem statistisch signifikant gehäuften Auftreten kindlicher Leukämien im 10 Meilen-Umkreis um kerntechnische Anlagen in England und Wales. 1992 wurde in einer analog durchgeführten ökologischen Studie des Deutschen Kinderkrebsregisters (DKKR) für den Zeitraum 1980 bis 1990 bei Kindern unter 5 Jahren in der 5km-Zone beobachtet, dass die Erkrankungsrate für Leukämien statistisch signifikant erhöht ist.

Da diese Ergebnisse sehr kontrovers diskutiert wurden und zeitgleich eine statistisch signifikante Häufung von Leukämien in der Umgebung des Kernkraftwerks Krümmel auftrat, wurde 1997 eine zweite ökologische Studie mit Daten aus dem an die erste Studie anschließendem Zeitraum (1991-1995) veröffentlicht, die erneut vom DKKR durchgeführt wurde.

Auch nach der Veröffentlichung der Ergebnisse der zweiten Studie ist die Diskussion über einen möglichen Zusammenhang zwischen Auftreten von Krebserkrankungen bei Kindern und Wohnen in der Nähe von kerntechnischen Anlagen im Normalbetrieb nicht abgebrochen. In diesem Zusammenhang wurden Daten des DKKR auch durch andere Arbeitsgruppen explorativ ausgewertet.

Über die Ergebnisse der Studien des DKKR und der Nachauswertung durch Dritte gab es eine Auseinandersetzung in der Öffentlichkeit und in den Medien. Die Frage war, ob es sich dabei um zufällige Ergebnisse gehandelt hatte, bzw. ob interessen geleitete Interpretationen stattfanden.

2001 fand auf Einladung des Präsidenten des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS), Wolfram König, ein "runder Tisch" mit verschiedenen Gruppen in Kassel statt, auf dem das BfS beschloss, auf der Basis der vorliegenden Befunde eine methodisch anspruchsvollere Studie – eine sog. Fall-Kontroll-Studie – in Auftrag zu geben, um zu belastbareren Ergebnissen zu kommen. Diese sog. KiKK-Studie (Kinderkrebs in der Umgebung von Kernkraftwerken) begann 2003. Fragestellung und Art der Studie wurde von einem interdisziplinär zusammengesetzten 12köpfigen Expertengremium vorgeschlagen. Das BfS hat diesen Vorschlag aufgegriffen und mit der Durchführung der Studie nach einer Ausschreibung das Deutsche Kinderkrebsregister in Mainz beauftragt. Nach 4jähriger Forschungsarbeit und insgesamt fünf Sitzungen des Expertengremiums legte das DKKR im November 2007 seinen Abschlussbericht vor. Gleichzeitig werden ca. Mitte Dezember 2007 zwei wissenschaftliche Publikationen zu dem Vorhaben erscheinen.

Das jetzt vorliegende Ergebnis der Untersuchung des Deutschen Kinderkrebsregisters in Mainz, die im Auftrag des Bundesamtes für Strahlenschutz durchgeführt wurde, weist erstmals unter Anwendung eines fundierten wissenschaftlich Studiendesigns nach, dass das Risiko für unter 5-jährige Kinder an Leukämie zu erkranken, mit zunehmender Nähe des Wohnorts zu einem Kernkraftwerksstandort zunimmt.

Die Studie ist also die dritte in einer Reihe entsprechender Untersuchungen des Deutschen Kinderkrebsregisters. Sie hebt sich aber von den zwei ökologischen Vorläuferstudien, die in der Öffentlichkeit häufig als sog. „Michaelis“-Studien, benannt wurden, in der Aussagequalität entscheidend ab. Der wesentliche Fortschritt bei der Untersuchung der Frage, ob Kinder in der Nähe von Kernkraftwerken ein erhöhtes Krebsrisiko tragen, ist der, dass hier, anders als bei den vorgenannten ökologischen Studien, das erste Mal nicht Erkrankungshäufigkeiten in unterschiedlichen Regionen miteinander verglichen wurden, sondern in einer so genannten Fall-Kontroll-Studie exakte Angaben zur Entfernung des Wohnortes von einem Reaktor berücksichtigt werden konnten – und zwar sowohl für erkrankte als auch für nicht erkrankte Kinder.

Die beiden oben erwähnten ökologischen Studien, die beim Deutschen Kinderkrebsregister durchgeführt wurden, hatten für den 5-km-Umkreis um Reaktorstandorte bei bis zu 5-jährigen Kindern ein erhöhtes Auftreten von Leukämieerkrankungen gezeigt. Die Auswertung von Daten zu Krebsneuerkrankungen bei Kindern in Bayern ergab, dass sich in den Landkreisen, die jeweils einem der fünf Standorte von Kernkraftwerken benachbart waren, sowie in dem östlich benachbarten Landkreis eine erhöhte Häufigkeit von Krebserkrankungen bei Kindern zeigte.

Wie wurde die Studie durchgeführt?

Bei den vorangegangenen beiden ökologischen Studien wurden die Erkrankungshäufigkeiten in unterschiedlichen Regionen miteinander verglichen, nämlich im Umkreis bis 5-, bis 10- und bis 15 km-Abstand von einem Kernkraftwerksstandort mit der Häufigkeit von Erkrankungen in ausgewählten Vergleichsregionen in Deutschland.

Durch den jetzt gewählten Fall-Kontroll-Ansatz konnten individuelle Wohnorte berücksichtigt werden, und zwar sowohl die der erkrankten Kinder als auch für nach dem Zufallsprinzip über die Einwohnermeldeämter ermittelte Kinder, die nicht erkrankt waren. Diese sog. Kontrollen wurden so zufällig aus größeren Kontrollgruppe ausgewählt, die hinsichtlich Alter und Geschlecht und Standortregion jeweils einem kranken Kind entsprachen.

Konkret wurden in der Studie alle dem Deutschen Kinderkrebsregister gemeldeten Kinder mit diagnostizierten Krebserkrankungen betrachtet, die zum Diagnosezeitpunkt in festgelegten Regionen um 16 deutsche Kernkraftwerksstandorte wohnten und unter 5 Jahre alt waren. Dies sind 1.592 Fälle von an Krebs erkrankten Kindern. Für jeden einzelnen Erkrankungsfall wurden weiter wie oben dargestellt Kontrollen ermittelt, die in derselben Region wohnten. Ermittelt wurden so 4.735 Kontrollen. Die Wohnortnähe zum jeweiligen Kernkraftwerk konnte

für alle 6.327 Kinder auf durchschnittlich 25 Meter genau bestimmt werden. Sodann konnte verglichen werden, ob die an Krebs erkrankten Kinder durchschnittlich näher am Kernkraftwerksstandort der Region wohnten als ihre jeweiligen Kontrollen.

Die Studie hatte drei Fragestellungen:

- Treten Krebserkrankungen bei Kindern unter 5 Jahren in der Umgebung von Kernkraftwerken häufiger auf?
- Gibt es einen negativen Abstandstrend, d.h. nimmt das Risiko mit der Nähe zum Standort von Kernkraftwerken zu?
- Gibt es gegebenenfalls Einflussfaktoren, die das gefundene Ergebnis erklären können?

Zur Beantwortung der Fragen untergliederte sich die Studie in zwei Teile:

- Teil 1: Fall-Kontroll-Studie ohne Befragung
- Teil 2: Fall-Kontroll-Studie mit Befragung, in der eine Untergruppe aus der Fall-Kontroll-Studie ohne Befragung befragt wurde, um mögliche Störfaktoren (Confounder) berücksichtigen zu können, die das in Teil 1 gefundene Ergebnis erklären können.

Mit dieser Fall-Kontroll-Studie kann generell nicht die Frage nach den Ursachen für Krebserkrankungen beantwortet werden.

Die KiKK-Studie erfasst den Zeitraum von 1980-2003, unterteilt in zwei Studienzeiträume: die ersten 11 Jahre des Betriebs eines Leistungsreaktors und die restlichen Jahre. Dies war notwendig, da ein Ergebnis der beiden sog. Michaelis-Studien war, dass das gefundene Risiko in der ersten Studie höher war als in der zweiten. Entsprechend wurde in der KiKK-Studie auch gefragt, ob sich ein gegebenenfalls zu findender Abstandstrend zwischen dem früheren und dem späteren Betriebszeitraum unterscheidet. Die Studie umfasst die Umgebung der 16 Standorte der deutschen Kernkraftwerke. Als Maß für den Abstand wurde jeweils die Entfernung der Wohnung zum nächstgelegenen Kernkraftwerk am Tag der Diagnosestellung (bei den Erkrankungsfällen), bzw. zum analogen Stichtag (bei den Kontrollen) ermittelt.

Die Strahlenbelastung konnte nicht berücksichtigt werden, da es für die über 6.000 Kinder an den entsprechenden Wohnorten weder Messergebnisse gibt, noch eine Modellierung der Strahlenexposition sinnvoll möglich ist. Als Ersatz für die nicht direkt bestimmbare Strahlenexposition wurde der Abstand zwischen Wohnung und Reaktor herangezogen.

Welche Ergebnisse wurden erzielt?

Studienpopulation: Es wurden insgesamt 1.592 Fälle krebskranker Kinder und 4.735 Kontrollen untersucht.

Die Studie hat insgesamt bestätigt, dass es einen Zusammenhang gibt zwischen der Nähe der Wohnung zum Kernkraftwerk zum Zeitpunkt der Diagnose und dem Risiko, vor dem 5. Geburtstag an Krebs, bzw. Leukämie zu erkranken. Die Studie kann allerdings keine Aussage darüber machen, durch welche Risikofaktoren diese

Beziehung zu erklären ist.

Der Abstand der Wohnung zum nächstgelegenen Kernkraftwerk konnte auf durchschnittlich 25 Meter genau bestimmt werden.

- Sowohl für alle Krebsneuerkrankungen als auch für Leukämien zeigte sich, dass diese im Nahbereich (5-km-Umkreis) um Kernkraftwerke signifikant häufiger auftreten als in weiter entfernten Regionen. Der Befund für alle Tumoren ist dabei wesentlich auf den Befund für Leukämien zurückzuführen.
- Es ergibt sich ein negativer Abstandstrend, d.h. das Risiko einer bösartigen Neuerkrankung nimmt mit zunehmender Nähe zum Reaktorstandort zu.
- Es hat sich gezeigt, dass die Teilnahmebereitschaft an Teil 2 der Studie bei den Krankheitsfällen und den Kontrollen stark von der Entfernung des Wohnorts zum Reaktor abhängig ist. Es liegt also für den Teil 2 der Studie (Fall-Kontroll-Studie mit Befragung) eine Selbstauswahl vor, die es nicht erlaubt, die Erkenntnisse aus diesem Teil der Untersuchung auf den Teil 1 (ohne Befragung) zu übertragen. Dies beeinflusste allerdings nicht die Ergebnisse der Studie insgesamt.

Im Einzelnen ergaben sich folgende Trends:

Es wurde ein statistisch signifikanter monoton fallender Zusammenhang zwischen Abstand und Krankheitsrisiko festgestellt

- für alle Erkrankungen zusammen
- wesentlich verursacht durch die Leukämien

Für ZNS-Tumoren, die das zentrale Nervensystem betreffen, wurde ein negativer und embryonale Tumoren wurde kein Zusammenhang festgestellt.

Zur Überprüfung der Ergebnisse wurden auch Auswertungen durchgeführt, in denen immer ein Reaktorstandort aus der Bewertung ausgeschlossen wurde. Trotzdem wurde immer wieder das gleiche Ergebnis erzielt. Das bedeutet, dass die Ergebnisse keinem einzelnen Reaktorstandort zuzuordnen sind, sondern für alle 16 Kernkraftwerksstandorte insgesamt gelten. Der früher oft behauptete sog. „Krümmel“-Effekt (die durchschnittliche Häufung von Leukämie-Fällen in der Umgebung aller Kernkraftwerksstandorte sei allein auf die erhöhte Häufigkeit um den Standort Krümmel zurückzuführen) ist damit ausgeschlossen. Bei der Überprüfung der Ergebnisse wurde in einer weiteren Rechnung auch der innere Kreis um einen Reaktor (0km bis 5km Abstand) weggelassen, um einen systematischen Fehler, der durch die Nähe bedingt sein könnte, auszuschließen. Trotzdem bestätigte sich der negative Abstandstrend.

Wie wird die Studie wissenschaftlich bewertet?

Das Ergebnis der Studie ist belastbar. Es ist kein Fehler bzw. Irrtum bei der Entwicklung des Studiendesigns als auch bei der Gewinnung und Analyse der Daten erkennbar, der den beobachteten Effekt erklären könnte.

Die Studie stellt einen entscheidenden Fortschritt bei der Bearbeitung der seit etwa

30 Jahren diskutierten Frage nach gesundheitlichen Effekten in der Umgebung von Reaktoren dar, da hier ein neuer epidemiologisch anspruchsvollerer Ansatz als bisher Anwendung fand. In Deutschland wurden bisher zu diesem Thema nur sog. ökologische Studien durchgeführt, bei denen die Erkrankungshäufigkeit in unterschiedlichen Regionen miteinander verglichen wurde, nämlich im 5-, 10- und 15-km-Abstand von einem Kernkraftwerk mit der Häufigkeit in Vergleichsregionen in Deutschland. Durch den Fall-Kontroll-Ansatz konnten individuelle Wohnorte berücksichtigt werden, und zwar sowohl für Fälle als auch nach dem Zufallsprinzip über die Einwohnermeldeämter gezogene Kontrollen (nicht erkrankte Personen). Die Kontrollen wurden so ausgewählt, dass sie hinsichtlich Alter und Geschlecht dem jeweiligen Fall entsprachen.

Das gehäufte Auftreten von Kinderkrebs in der Umgebung der Standorte von Kernkraftwerken ist nicht überraschend vor dem Hintergrund der bereits vorliegenden Ergebnisse aus dem Deutschen Kinderkrebsregister, nämlich der beiden bereits erwähnten ökologischen Inzidenzvergleichsstudien (KKW I und KKW II). Das höhere Risiko ist vergleichbar mit dem aus diesen Studien. Es zeigt sich aber auch in dem Zeitraum nach diesen beiden Studien (1996-2003), wenngleich weniger deutlich.

Unerwartet ist das auffällige Ergebnis der Regressionsanalyse, die eine kontinuierliche Zunahme des Risikos bei zunehmender Nähe des Wohnortes zum Reaktor zeigt.

Zuordenbare (attributive) Risiken:

- Im 5-km-Umkreis der 16 Standorte von Atomkraftwerken wären im statistischen Durchschnitt 48 Fälle bösartiger Neubildungen aller möglichen Krebserkrankungen bei Kindern unter 5 Jahren zu erwarten gewesen. Tatsächlich sind 77 Fälle aufgetreten. Das heißt, dass 29 Fälle allein auf das Wohnen in diesem Umkreis zurückzuführen sind. Das entspricht 1,2 zusätzlichen Fällen pro Jahr in den 5-km-Umkreisen der Kernkraftwerke. In Deutschland insgesamt sind in dieser Altersgruppe zwischen 1980 und 2003 13.373 bösartige Neubildungen aufgetreten.
- Bei den Leukämie-Neuerkrankungen wären im statistischen Durchschnitt 17 Fälle bei Kindern unter 5 Jahren zu erwarten gewesen. Tatsächlich sind 37 Fälle aufgetreten. Das bedeutet, dass allein 20 Fälle allein auf das Wohnen im 5-km-Umkreis zurückzuführen sind. Das entspricht 0,8 zusätzlichen Fällen pro Jahr in den 5-km-Umkreisen der Kernkraftwerke. In Deutschland insgesamt sind in dieser Altersgruppe zwischen 1980 und 2003 5.893 Leukämieerkrankungen aufgetreten.

Die Unterschiede der Ergebnisse zwischen den beiden Zeiträumen - 1. Hälfte und 2. Hälfte des Betriebs eines Leistungsreaktors - spiegelt in etwa das Ergebnis wieder, das aus den KKW-Studien I und II bekannt ist. Hier zeigte sich in der ersten Studie bei den bis zu 5jährigen Kindern im 5-km-Zeitraum ein statistisch signifikant erhöhtes Risiko (1980-1990, $RR=3,01$), das im 2. Zeitraum deutlich geringer war und keine statistische Signifikanz mehr erreichte (1991-1995, $RR=1,39$).

Das negative Ergebnis bzgl. der ZNS-Tumoren (zentrales Nervensystem) unterstützt nicht die Befunde, die für die bayerischen Standorte beschrieben wurden und die als hypothesengenerierend anzusehen sind. Damals hatte sich gezeigt, dass die für alle bösartigen Neubildungen beobachteten erhöhten Raten zum Großteil auf erhöhte

Raten bei ZNS-Tumoren zurückzuführen waren .

Eine 2007 erschienene Meta-Analyse ökologischer Studien kommt ebenfalls zu dem Schluss, dass eine erhöhte Häufigkeit kindlicher Leukämien bei kerntechnischen Einrichtungen zu beobachten sei, dass es aber keine Hypothese gibt, die das erklären könnte . Zudem kommt eine Übersichtsarbeit von Grosche aus dem Jahr 2006 zu dem Schluss, dass bei Kindern und Jugendlichen eine schwache Erhöhung zu beobachten ist, die sich am deutlichsten bei der jeweils untersuchten jüngsten Altersklasse in der nächsten Umgebung der Reaktoren zeigt.

Was sind die Ursachen für die erhöhten Krebsraten?

Was die Hypothese eines Einflusses der radioaktiven Abgaben angeht, lässt sich feststellen, dass nach derzeitigem Kenntnisstand die zusätzliche Strahlenexposition der Bevölkerung durch den Betrieb der Leistungsreaktoren zu gering ist, um den Effekt erklären zu können. Sie müsste etwa 1000-10.000 mal höher sein. Es gibt derzeit keine plausible Erklärung für den festgestellten Effekt, der über die 24 Jahre Untersuchungszeitraum ein insgesamt konsistentes Bild mit kleinen Schwankungen zeigt.

Stand: 9. Dezember 2007

Ergänzung des Hintergrundpapiers aus aktuellem Anlass (Stand: 14.12.2007)

Rolle der Expertengruppe

2001 fand auf Einladung des Präsidenten des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS), Wolfram König, ein "runder Tisch" mit verschiedenen Gruppen in Kassel statt, auf dem das BfS beschloss, auf der Basis der vorliegenden Befunde eine methodisch anspruchsvollere Studie – eine sogenannte Fall-Kontroll-Studie – in Auftrag zu geben, um zu belastbareren Ergebnissen zu kommen.

Vor der Auftragsvergabe berief das BfS eine Expertengruppe, die im Juli 2002 über Studienkonzept und -design beriet. Das BfS legte bei der Besetzung hohen Wert darauf, dass die Wissenschaftler sowohl in Hinsicht auf die vertretenen Fachdisziplinen als auch gesellschaftliche Positionen ein breites und ausgewogenes Spektrum repräsentieren. Als Mitglieder wurden Experten berufen, die zum Sachverhalt einschlägige Studien in der Vergangenheit vorgelegt hatten (Dr. Kaatsch, Dr. Körblein, Dr. Küchenhoff, Dr. Scherb, Prof. Dr. Greiser, Prof. Dr. Hoffmann), ausgewiesene Epidemiologen (Prof. Dr. Jöckel, Prof. Dr. Wichmann, Dr. Straif, Dr. Brüske-Hohlfeld), ein Kinderarzt (Prof. Dr. Walther) und Fachvertreter von NGOs des runden Tisches (Dr. Pflugbeil, Dipl.-Phys. Wurzbacher).

Für Fragestellung und Art der Studie legte das Expertengremium einen Vorschlag vor. Diesen Vorschlag als Anregung berücksichtigend, hat das BfS die Durchführung der Studie öffentlich ausgeschrieben. Das DKKR aus Mainz hat ein Angebot zur Durchführung der Studie beim BfS eingereicht (in Konkurrenz zu einem zweiten

Angebot) und den Zuschlag erhalten, da das Angebot kostengünstiger war als das ansonsten fachlich gleich bewertete Konkurrenzangebot. Daraufhin wurde das Expertengremium insoweit umgebildet, dass Herr Dr. Kaatsch vom DKKR aus dem Gremium ausschied, da er nunmehr Auftragnehmer war. Weiterhin schied Herr Prof. Dr. Wichmann auf eigenen Wunsch wegen der damit verbundenen Arbeitsbelastung aus und es wurde ein weiterer Kinderarzt (Prof. Dr. Wirth) ins Gremium berufen.

Der Auftrag wurde Ende 2002 vergeben. In den ersten beiden Sitzungen des in seiner Zusammensetzung veränderten Expertengremiums wurde das Studiendesign auf der Grundlage der Vorberatungen, der Ausschreibung und des Angebots des DKKR zur Durchführung der Studie weiter spezifiziert. Nach 4jähriger Forschungsarbeit und insgesamt fünf Sitzungen des Expertengremiums legte das DKKR im November 2007 seinen Abschlussbericht vor.

Aktueller Stand der Bewertung der Ergebnisse

Aus der Studie selbst ergibt sich ein signifikant erhöhtes Krebs- und Leukämierisiko für unter 5-jährige Kinder, je näher sie am Kernkraftwerk wohnen. Nach heutigem strahlenbiologischen Wissen kann die in der Studie ermittelte Risikoerhöhung durch die Emissionen aus den Kernkraftwerken nicht erklärt werden. Die für eine Erklärung erforderliche, zusätzliche Strahlenexposition der Bevölkerung müsste etwa 1000 bis 10.000mal höher sein als beobachtet. Daraus kann aber in der Umkehr nicht der Schluss gezogen werden, dass Strahlung als Ursache grundsätzlich ausgeschlossen werden kann. Es gibt derzeit keine plausible Erklärung für den festgestellten Effekt, der über die 24 Jahre Untersuchungszeitraum ein insgesamt konsistentes Bild mit kleinen Schwankungen zeigt.

Zum strahlenbedingten Risiko bei Kindern ist zu ergänzen: Das „Komitee zur Abschätzung der Gesundheitsrisiken ionisierender Strahlung im Bereich niedriger Strahlenexpositionen“ (Committee to Assess Health Risks from Exposure to Low Level of Ionizing Radiation) des Nationalen Wissenschaftsrats der USA (National Research Council) hat 2006 u.a. festgestellt, dass die Datenlage zum strahlenbedingten Krebsrisiko bei Kindern unzureichend ist, um eine verlässliche Risikoabschätzung vornehmen zu können.

Die Internationale Strahlenschutzkommission (International Commission on Radiological Protection, ICRP) und das Wissenschaftliche Komitee der Vereinten Nationen zu den Wirkungen der Atomstrahlung (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, UNSCEAR) geben an, dass das strahlenbedingte Krebsrisiko für Kinder um den Faktor 2-3 höher ist als das der Erwachsenen und dass zusätzlich ein Abschätzfehler für das strahlenbedingte Krebsrisiko der Erwachsenen mit 2-3-fach höher oder niedriger beachtet werden muss. Weiterhin weisen die Dosiskoeffizienten (Abschätzung der Dosis aufgrund inkorporierter Aktivität) insbesondere für Kinder erhebliche Abschätzunsicherheiten auf.

Die Studie gibt somit Hinweise auf mögliche Ursachen für die erhöhte Zahl von Krebserkrankungen um Kernkraftwerksstandorte, kann aber keine Beweise im Sinne einer Kausalität liefern.

Die nächsten Schritte

Das BfS hat im November 2007 den Epidemiologen Prof. Dr. Jöckel damit beauftragt, ein detailliertes Fachgutachten zur Studie anzufertigen. Dieses wird bis Ende 2007 erwartet. Danach wird das BfS seine abschließende Stellungnahme erarbeiten.

Weiterhin bewertet – wie bereits bei Studienbeginn vorgesehen – die Strahlenschutzkommission im Auftrag des Bundesumweltministeriums die Studie und ihre Ergebnisse.

Dr. W. Weiss